

PATENT 5000-1-203

11033 U.S. PTO

09/854653



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS : Nam-Heon KIM  
SERIAL NO. : Unassigned  
FILED : Herewith  
FOR : METHOD OF FABRICATING ELECTRO-ABSORPTION  
MODULATOR INTEGRATED LASER

PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

Dear Sir:

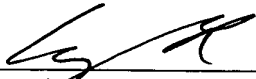
Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2000-37961	July 4, 2000

To perfect Applicant's claim to priority, certified copies of the above listed prior filed Application is enclosed.

Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Steve Cha  
Attorney for Applicant  
Registration No. 44,069

KLAUBER & JACKSON  
411 Hackensack Avenue  
Hackensack, NJ 07601  
(201)487-5800

9369  
11033 U.S. PRO  
09/854653  
05/14/01

대한민국 특허청  
KOREAN INDUSTRIAL  
PROPERTY OFFICE

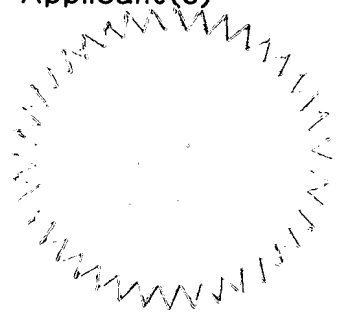
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 37961 호  
Application Number

출원년월일 : 2000년 07월 04일  
Date of Application

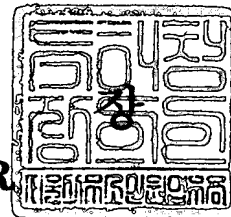
출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s)



2000      11      20  
년      월      일

특      허      청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2000.07.04
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	전계흡수형 변조기가 집적된 레이저 다이오드의 제조 방법
【발명의 영문명칭】	The manufacturing method for electro-absorption modulator intergrated laser
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	조혁근
【대리인코드】	9-1998-000544-0
【포괄위임등록번호】	2000-002820-3
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김남헌
【성명의 영문표기】	KIM,Nam Heon
【주민등록번호】	631012-1066715
【우편번호】	441-450
【주소】	경기도 수원시 권선구 호매실동 LG삼익아파트 108동 1603호
【국적】	KR
【심사청구】	청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

이영필 (인) 대리인

조혁근 (인) 대리인

이해영 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】 11 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 5 항 269,000 원

【합계】 298,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 전계흡수형 변조기가 집적된 반도체 레이저 다이오드에 관한 것으로, 불순물이 도핑되지 아니한 InP 및 InGaAs층을 성장시킨 후, 레이저 다이오드 영역과 변조기 영역의 필요 부분인 메탈 콘택층과 연결되는 부분에만 아연을 확산시키고 레이저 다이오드 영역과 변조기 영역의 중간 부분인 트렌치 영역의 InGaAs층만 선택적으로 용이하게 식각함으로써, 아이솔레이션 에칭 조절 및 이온 주입이 필요없게 된다.

**【대표도】**

도 4

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

전계흡수형 변조기가 집적된 레이저 다이오드의 제조 방법{The manufacturing method for electro-absorption modulator intergrated laser}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술에 의해 제조된 전계 흡수형 변조기가 집적된 반도체 레이저 다이오드를 나타내는 도면이다.

도 2 및 도 3은 본 발명에 의한 전계 흡수형 변조기가 집적된 반도체 레이저 다이오드의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명에 의해 제조된 전계 흡수형 변조기가 집적된 반도체 레이저 다이오드를 나타내는 도면이다.

## &lt;도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명&gt;

11, 21, 31, 41... 레이저 다이오드 영역.

12, 22, 32, 42... 모듈레이터 영역.

13, 33, 43... 트렌치 영역.

23... p형 클래드층.

24... 불순물 도핑없이 형성된 InP/InGaAs층.

34, 44 ... 아연 확산 영역.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <11>      본 발명은 광통신용 레이저 다이오드 소자에 관한 것으로 보다 상세하게는 레이저 다이오드에 변조기를 결합시켜 초고속 광통신망의 광원으로 사용하는 전계흡수형 변조기가 집적된 레이저 다이오드 소자(Electro-absorption Modulator intergrated Laser : EML)의 제조 방법에 관한 것이다.
- <12>      일반적으로, 초고속 광통신망에서는 약 2.5Gbps 급 이상의 통신 속도가 요구되며, 이에 따라 광원으로 분포귀환형(DFB : distributed feedback)레이저 다이오드의 액티브 층에 전류를 가하여 출력되는 신호를 필요한 주파수대로 직접 변조시켜 사용하거나, DFB 레이저 다이오드와 외부 변조기를 결합시켜 레이저 다이오드에서 출력을 일정하게 고정 하되, 출력된 빛을 외부 변조기를 통해 필요한 주파수대로 고속 변조시켜 사용하고 있다.
- <13>      상기에서 DFB 레이저 다이오드와 외부 변조기를 결합시켜 초고속 광통신망의 광원으로 사용하는 장치로는 전계 흡수형 변조기가 집적된 레이저 다이오드 소자가 있으며 이러한 EML 소자는 레이저 다이오드에서 출력된 신호파를 반도체의 전계에 따른 흡수차이를 이용하여 변조하는 전계 흡수 모듈레이터(Electro-Absorption Modulator)를 DFB 레이저 다이오드와 결합시킨 것으로, 변조기를 거치는 동안 광의 손실이 비교적 적고, 또한 일체형이기 때문에 모듈의 크기가 매우 작으며, 구동 전압이 낮은 장점을 지니고 있다.



<14> 일반적으로, 외부 변조기 집적형 레이저 디바이스는 반도체 레이저 부분은 순바이어스 디바이스이지만 변조기 부분은 역바이어스 디바이스이므로 반도체 레이저 영역과 변조기 부분 사이의 아이솔레이션(isolation) 기술에 의하여 그 특성이 좌우되게 되는데, 종래의 EML은 도 1에 나타낸 바와 같이 아이솔레이션 에칭 또는 이온 주입을 통해서 레이저 다이오드영역(11)과 변조기 영역(12)을 전기적으로 분리시키는 방법을 사용하였다. 아이솔레이션 에칭의 경우 에칭을 실시하면 클래드층이 얇아지게 되며, 에칭에 따라서 두 소자간의 저항 값이 달라지게 되어 정확한 조절이 필요한 문제점이 있다. 또한, 이온 주입을 실시하는 경우, 성장된 결정에 악영향을 주기 쉬우므로 최적 조건을 찾는 데 많은 시간이 필요하고, 그 조건을 유지시키는데 많은 어려움이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<15> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 별도의 아이솔레이션 에칭 조절 및 이온 주입이 필요없는 전계흡수형 변조기가 집적된 반도체 레이저 다이오드의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <16> 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위해 본 발명에서는 레이저 다이오드와 변조기가 직접 결합된 화합물 반도체 구조물을 제공하는 단계;
- <17> 상기 화합물 반도체 구조물 상부에 InP층을 형성시키는 단계;
- <18> 상기 InP층 상부에 InGaAs층을 형성시키는 단계;
- <19> 상기 레이저 다이오드 영역과 변조기의 경계(트렌치: trench)영역에 마스크층을 형

성시키는 단계;

<20> 상기 트렌치 영역을 제외한 상기 레이저 다이오드 영역과 변조기 영역의 메탈 콘택이 될 부분에 아연 또는 아연 화합물을 증착시킨 후, 아연을 확산시키는 단계; 및

<21> 상기 트렌치 영역의 마스크 층 및 InGaAs층을 선택적으로 소정의 깊이로 식각하는 단계;로 이루어진 것을 특징으로 하는 전계흡수형 변조기가 집적된 레이저 다이오드의 제조 방법을 제공하는 것을 특징으로 한다.

<22> 본 발명에 있어서, 상기 마스크층은  $\text{SiO}_2$  또는  $\text{SiN}_x$ 등 아연 확산을 막을 수 있는 물질로 이루어진 것이 바람직하며, 상기 아연을 확산시키는 단계;는 아연 확산이 용이한 온도 범위에서 이루어지는 것이 바람직하며, 상기 Zn 화합물은  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Zn}_3\text{As}_2$ ,  $\text{Zn}_3\text{P}_2$ 중 어느 하나인 것이 바람직하다.

<23> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 실시례를 상세히 설명하고자 한다.

<24> 도 2 및 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 화합물 반도체의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 그리고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 형성된 EML 소자를 나타낸 도면이다.

<25> 본 발명에 따른 EML 소자의 제조 방법은 예를 들어, 활성층 성장 및 일차재성장은 통상의 방법으로 BH (buried-hetero: 매몰 헤테로)구조의 필요한 절차로 레이저 다이오드를 성장시키고 레이저 다이오드의 신호파가 출력되는 부위에 변조기를 성장시킨다.

<26> 그러나, 이차 재성장시 p형 클래드층(24)을 아연을 도핑하며 형성시킨다.

<27> 상기 p형 클래드층을 성장시킨 후, 일정한 영역부터는 불순물의 도핑없이 InP층을 성장시키고, 상기 InP층 상부에 불순물의 도핑없이 InGaAs층을 성장시킨다.

<28>      상기 InGaAs층을 성장시킨 후, 도 3에 나타난 바와 같이 레이저 다이오드 영역(31) 및 변조기 영역(32)의 경계인 소위 트렌치(33)영역에 예를 들어,  $\text{SiO}_2$  또는  $\text{SiN}_x$ 와 같은 아연 확산을 막을 수 있는 물질로 막아 마스크층을 형성시킨다. 상기 마스크 층은 상기 트렌치 영역에 아연의 확산을 방지하기 위해 형성시킨다. 그런 다음, 상기 레이저 다이오드 영역(31)과 상기 변조기 영역(32)의 메탈 콘택이 될 부위에만 아연 화합물, 예를 들어  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Zn}_3\text{As}_2$ ,  $\text{Zn}_3\text{P}_2$  와 같은 아연 확산이 가능한 물질 중 어느 하나를 증착시키고, 소정의 온도로 가열하여 아연 화합물로 부터 상기 InGaAs층으로 아연이 투입되도록 하여 형성시키는 것이 바람직하다. 상기 아연을 확산시키는 온도는 아연 확산이 가능한 온도, 예를 들어  $500^\circ\text{C}$  내지  $600^\circ\text{C}$ 인 것이 바람직하다. 아연의 확산에 의해 상기 InP층 및 InGaAs층은 p형으로 도핑되며, 또 다른 아연 확산 방법은 앰플(Ampoule)에 아연 원료를 넣고 아연 확산을 실시하는 것도 가능하다. 상기 각층은 유기화학기상증착법(MOCVD : metal organic chemical vapor deposition) 또는 분자선 에피택시 방법등을 사용하여 성장시킬 수 있다.

<29>      상기 공정에 의하여 상기 트렌치 영역(33)을 제외한 부위는 아연이 확산되어 클래드층 및 캡층의 역할을 할 수 있게 된다.

<30>      상기 아연 확산시킨 다음, 도 4에 나타난 바와 같이 아이솔레이션 시킬 부분인 트렌치 영역(43)의 InGaAs를 소정의 깊이로 식각한다. 상기 트렌치 영역(43)의 InGaAs층 및 InP층은 불순물이 도핑되지 않은 상태로, 아연 확산이 일어나지 않은 영역으로서 상기 InGaAs층이 소정의 깊이로 식각되더라도 잔존하여 레이저 다이오드 영역(41) 및 변조기 영역(42)의 전기적으로 분리시키게 된다.

<31>      상기 식각공정 후, 상기 레이저 다이오드 영역(41)과 변조기 영역(42) 상부에 예를

들어, Au와 같은 금속막을 형성시키는 메탈라이제이션을 실시하여 EML을 제작한다.

- <32> 아연을 확산시켜 메탈과 오믹 콘택의 특성을 가질 수 있도록 하려면 아연의 도핑  
<33> 농도는  $10^{19}\text{cm}^{-3}$ 인 것이 바람직 한데, 본 발명에 의한 일실시예에 의하면 Zn을 확산시킨  
후의 도핑농도를 측정한 결과  $3 \times 10^{19}$ 내지  $4 \times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 의 값을 얻을 수 있어 콘택특성이  
우수하였다.

【발명의 효과】

- <34> 이상에서 살펴본 바와 같이 레이저 다이오드와 변조기가 직접 결합된 화합물 반도체 구조물 상부에 InP층 및 InGaAs층을 형성시키고 트렌치 영역을 제외한 상기 레이저 다이오드 영역과 변조기 영역의 메탈 콘택이 될 부분에 아연화합물을 증착시킨 후, 레이저 다이오드 영역과 변조기 영역의 필요부분인 메탈 콘택층과 연결되는 부위에만 아연을 확산시키고, 레이저 다이오드 영역과 변조기 영역의 트렌치 영역의 InGaAs층만 선택적으로 용이하게 식각하여, 아이솔레이션 에칭 조절이 필요없고 이온 주입이 필요없는 EML을 제작할 수 있는 장점이 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

레이저 다이오드와 변조기가 직접 결합된 화합물 반도체 구조물을 제공하는 단계;  
상기 화합물 반도체 구조물 상부에 InP층을 형성시키는 단계;  
상기 InP층 상부에 InGaAs층을 형성시키는 단계;  
상기 레이저 다이오드 영역과 변조기의 경계영역에 마스크층을 형성시키는 단계;  
상기 트렌치 영역을 제외한 상기 레이저 다이오드 영역과 변조기 영역의 메탈 콘택  
이 될 부분에 아연 또는 아연 화합물을 증착시킨 후, 아연을 확산시키는 단계; 및  
상기 트렌치 영역의 마스크 층 및 InGaAs층을 선택적으로 소정의 깊이로 식각하는  
단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 전계흡수형 변조기가 집적된 레이저 다이오드의  
제조 방법.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서, 상기 마스크층은  $\text{SiO}_2$  또는  $\text{SiN}_x$  등 아연 확산을 막을 수 있는  
물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 전계흡수형 변조기가 집적된 레이저 다이오드의 제  
조 방법.

**【청구항 3】**

제1항 내지 제2항중 어느 한 항에 있어서, 상기 아연을 확산시키는 단계;는 아연의  
확산이 용이한 온도 범위에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 전계흡수형 변조기가 집  
적된 레이저 다이오드의 제조 방법.

**【청구항 4】**

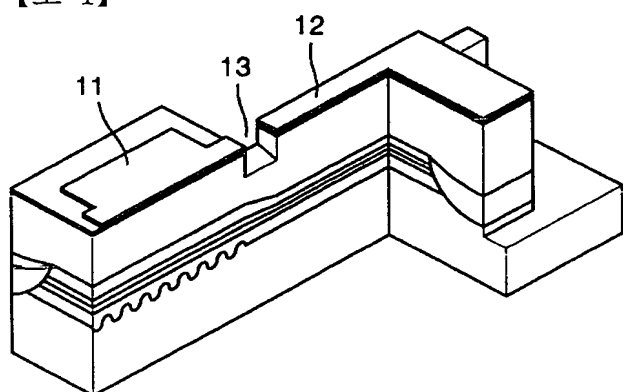
제1항에 있어서, 상기 아연 화합물은  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Zn}_3\text{As}_2$ ,  $\text{Zn}_3\text{P}_2$  중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전계흡수형 변조기가 집적된 레이저 다이오드의 제조 방법.

**【청구항 5】**

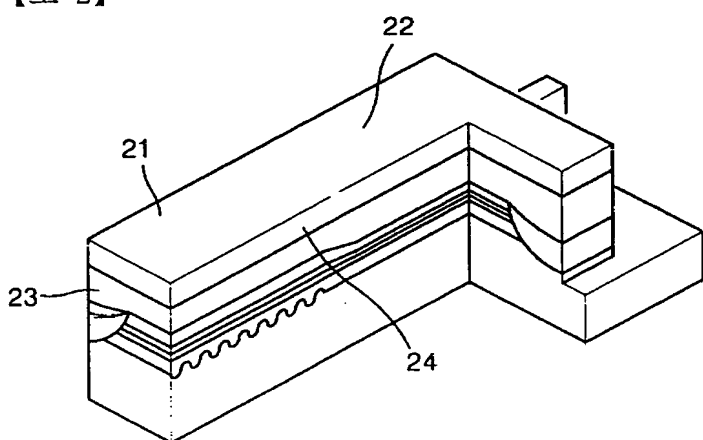
제1항에 있어서, 상기 식각하는 단계;를 거친 후, 상기 레이저 다이오드 영역과 상기 변조기 영역에 금속막을 형성시키는 메탈라이제이션을 실시하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전계흡수형 변조기가 집적된 레이저 다이오드의 제조 방법.

【도면】

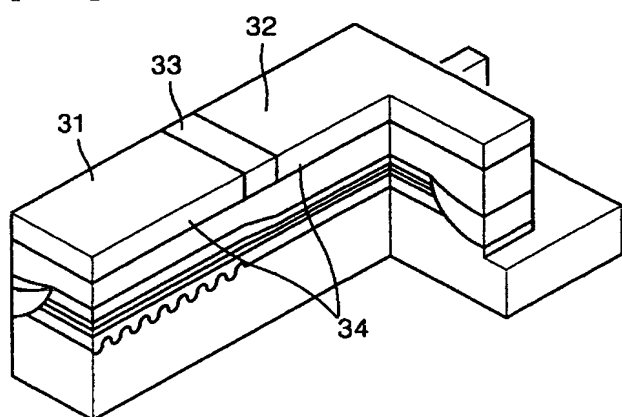
【도 1】



【도 2】



【도 3】



【도 4】

